Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 3, Fall 2023, p. 669-683

Evaluation of the Effect of L-arginine and *Aloe vera* Gel Edible Coating on Storage of Cultivar of Piyarom Date Palm

P. Karimi Tezerji[1], S. Rastegar[2]*, H. Hassanzadeh Khankahdani[3]

Received: 08-05-2022
Revised: 04-04-2023
Accepted: 05-04-2023
Available Online: 05-04-2023

How to cite this article:
Karimi Tezerji, P., Rastegar, S., & Hassanzadeh Khankahdani, H. (2023). Evaluation of the effect of L-arginine and *Aloe vera* gel edible coating on storage of cultivar of Piyarom date palm. *Journal of Horticultural Science*, *37*(3), 669-683. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhs.2023.76576.1171

Introduction

Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) is one of the oldest known fruit crops and is considered as an important component of the diet in many Middle Eastern and North African countries. The fruit of date is nutritious, which is incredibly rich in carbohydrates, minerals, dietary fibers and amino acids. Dates are one of the most important tropical fruits that play an important role in the country's economy. Among the date palm cultivars in Hormozgan province, Piyarom is one of the most commercial cultivars.

Recent studies by scientists have shown that the use of chemical compounds, in addition to environmental hazards, will cause various diseases in consumers due to the residual transfer of toxins to their bodies. Therefore, the management orientation of food preservation methods has moved towards reducing and eliminating chemicals and determining suitable alternatives, so that a certain time frame was set for the removal of some of the most important tobacco toxins.

In recent years, attention has been paid to aloe vera gel as a coating layer for fruits and vegetables to maintain their storage quality, and because it has no smell or taste, eating it does not pose a problem for humans and it is even good for health. L-arginine is one of the 20 major amino acids of living cells, which is a semi-essential amino acid in the human body. L-arginine and D-arginine are natural forms of common isomers of this type of amino acid.

The aim of the present investigation was the assess the effect of L-Arginine and *Aloe vera* gel edible coating on maintaining the external properties and the quality of semi-dried date fruit cultivars including Piyarom during storage.

Material and Method

The experiment was conducted as a factorial arrangement in a completely randomized design. The first factor was including seven treatments consisting of control, L-Arginine (1, 2, and 8 mM) and *Aloe vera* gel (25, 50, and 75%) and the second factor included storing (sampling) time for 9 months. In every measurement, the different attributes were evaluated such as weight loss percent; TSS; total acid; total phenol; flavonoid; color indexes including L*, a*, and b*; and antioxidant capacity. The level of antioxidant activity was evaluated by antioxidant agents by the method described by based on the trapping of free radicals of 2, 2-diphenyl 1-picryl hydrazyl (DPPH). DPPH solution was well combined with the methanol extract by means of a vortex and was incubated in the dark for 30 min. Then the absorption rate was read at 517 nm using a spectrophotometer. The color was determined using a colorimeter (Minolta, CR-400, Japan) after different months of storage. All measurements were done in triplicates. L* (100=white, 0=black), a* (–green, +red) and b* (–blue, +yellow)

1 and 2- M.Sc and Associate Professor of the Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: s.rastegar@hormozgan.ac.ir)
3- Expert of Horticultural Management of Agricultiral Organization of Fars
https://doi.org/10.22067/jhs.2023.76576.1171

values were obtained at 400-700 nm range. The assay of the total phenol content was performed by applying the Folin–Ciocalteu colorimetric procedure. The total soluble solid (TSS) content of the fruit juice obtained for each replicate was determined using a hand-held refractometer Atago (Atago Co. Japan) at 25 °C; the results are expressed as % (°Brix). Titratable acidity (TA) was measured by titrating diluted juice with 0.1 N NaOH to a phenolphthalein end-point (pH 8.1-8.3). The results are expressed as citric acid %.

Results and Discussion

Based on the results, the treatments of *Aloe vera* gel and L-Arginine had significant effect on the quantitative and qualitative traits of Piyarom date fruits during storage. Storing time had significant influence ($p<0.01$) on the all parameters so that by passing storage time, the parameters including L*, a*, b*, a weight loss percent significantly increased and the parameters such as phenol, flavonoid and antioxidant significantly decreased. In the Piyarom cultivar, the treatments had significant effects on a*, b*, weight loss percent, phenol, flavonoid, and antioxidant, but it had no significant influence on TSS and total acid, so that the highest a* and b* color indexes was observed in the use of L-Arginine 1 mM, the greatest phenol and flavonoid in the application of L-Arginine 2 mM, the lowest weight loss percent in the use of *Aloe vera* gel 25 and 75%, respectively.

Conclusion

According to the results, 1 mM L-arginine treatment and 75% *Aloe vera* gel had a more effective role in maintaining the storage quality of Piyarom dates. The use of these treatments requires more extensive research on soft and dry dates.

Keywords: Edible coating, Quantitative attributes, Semi-dried date fruit, Storage

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص. ۶۸۳-۶۶۹

اثر ال-آرژنین و پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا بر خصوصیات کمی و کیفی خرمای 'پیارم' طی انبار

پوران کریمی تزرجی[۱]- سمیه رستگار[۲*]- حامد حسن زاده خانکهدانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۱۶

چکیده

رقم 'پیارم' یکی از ارقام مهم تجاری و اقتصادی خرما در ایران محسوب می‌شود که بازارپسندی بالایی دارد. حفظ خصوصیات ظاهری و کیفی میوه طی مدت انبار اهمیت زیادی دارد. هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر پوشش خوراکی ال-آرژنین و ژل آلوئه‌ورا بر حفظ خصوصیات ظاهری و کیفیت خرمای نیمه‌خشک 'پیارم' در طول انبارداری است. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. فاکتور اول شامل تیمارها (شاهد، غلظت‌های ۱، ۲ و ۵ میلی‌مولار ال-آرژنین و غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ژل آلوئه‌ورا) و فاکتور دوم شامل ماه‌های مختلف نگهداری (۹ ماه) بودند. نمونه‌ها هر ماه مورد بررسی قرار گرفتند. صفات مختلف شامل درصد کاهش وزن، درصد کل مواد جامد محلول (TSS)، اسید قابل تیتر، فنول کل، فلاونوئید، شاخص‌های رنگ شامل *L، *a، *b و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بررسی شد. براساس نتایج به‌دست آمده با گذشت زمان انبارمانی، شاخص رنگ *L، *a و *b، TSS و درصد کاهش وزن افزایش و صفات فنول، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان کاهش معنی‌داری یافتند. تیمارها بر صفات شاخص رنگ *a و *b، درصد کاهش وزن، فنول، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان اثرمعنی‌داری داشتند اما بر صفات TSS و اسید قابل تیتر اثر معنی‌داری نداشتند؛ به‌طوری که بیش‌ترین میزان شاخص رنگ *a و *b در تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار و فنول و فلاونوئید در ال-آرژنین ۲ میلی‌مولار و کم ترین میزان درصد کاهش وزن به‌ترتیب در تیمار ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۷۵ درصد مشاهده شد. بطور کلی تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا با غلظت ۷۵ درصد در حفظ کیفیت انبارمانی مناسب بودند.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، خرمای نیمه خشک، پوشش خوراکی، کیفیت

مقدمه

خرما با نام علمی *Phoneix dactylifera* گیاهی از خانواده Arecaceae می‌باشد. اهمیت خرما به‌دلیل ارزش تغذیه‌ای بالای آن است. خرما حاوی مقادیر بسیار بالایی از کربوهیدرات‌ها مانند فروکتوز و گلوکز است که به‌علت سهولت هضم و قابلیت انحلال در آب، منبع فوری تأمین انرژی محسوب می‌شود (Biglari *et al.*, 2008). برطبق آمارنامه سازمان خواروبار کشاورزی سازمان ملل متحد، ایران با تولید۱۳۰۳۷۱۶ تن محصول، ۱۶۸۹۱۱ هکتار سطح زیر کشت خرما را به‌خود اختصاص داده است (FAO, 2021). با توجه به اهمیت این محصول در ارتباط با تأمین مواد غذایی و صنعتی و نقش آن در اقتصاد کشاورزی مناطق خرماخیز و هم‌چنین به‌دلیل داشتن ویژگی‌های مناسب برای صادرات، توجه به مشکلات و مسائل اهمیت زیادی دارد. خرمای تولیدی در ایران هر ساله ۱۰ تا ۱۵ درصد صادر می‌شود. با وجود این که برخی از ارقام خرمای تولیدی ایران، در جهان

۱ و ۲- به‌ترتیب کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: s.rastegar@hormozgan.ac.ir)
۳- کارشناس مدیریت باغبانی سازمان جهاد کشاورزی فارس
https://doi.org/10.22067/jhs.2023.76576.1171

بی‌نظیر است، اما در زمینه صادرات این محصول، کشور از رتبه و جایگاه مناسبی برخوردار نیست. با توجه به محدودیت کشت و برداشت این محصول در دنیا، عرضه صحیح و با کیفیت میوه در بازار اهمیت فراوانی دارد (Ghasemzade *et al*., 2008).

رقم پیارم که با نام "خرمای شکلاتی" نیز شناخته می‌شود، با ارزش ترین رقم خرمای ایران از نظر تجاری است و پتانسیل‌های بسیاری برای صادرات و ارزآوری دارد. حفظ کیفیت خرمای تولید شده از اهمیت زیادی در تجارت داخلی و خارجی برخوردار است. با توجه به شرایط نامناسب انباری و فراهم‌بودن شرایط مناسب برای رشد آفات و بیماری‌ها، محصول خرما دچار افت کیفیت می‌شود. برای جلوگیری از صدمات وارده باید شرایطی فراهم شود تا محصول با کیفیت به‌دست مصرف‌کننده برسد. به‌طور کلی شناخته شده‌ترین روش‌های حفظ و نگهداری مواد غذایی شامل: گرمادرمانی به صورت پختن، پاستوریزه و استریلیزه کردن، سرد کردن به شکل انجماد یا نگهداری در دمای یخچال، مواد شیمیایی مانند کاربرد سموم تدخینی و تکنیک‌های بیولوژیکی است. طی سالیان نسبتاً طولانی استفاده از مواد شیمیایی (خصوصاً ترکیبات تدخینی نظیر متیل‌بروماید) به‌عنوان مناسب‌ترین روش انبارمانی و قرنطینه محصولات کشاورزی مطرح بود. اما بررسی‌های دهه‌های اخیر دانشمندان نشان داد که کاربرد مواد شیمیایی علاوه بر خطرات زیست‌محیطی، موجب بیماری‌های متعدد در مصرف‌کنندگان به دلیل انتقال باقیمانده سموم به بدن آن‌ها خواهد شد (Homayouni *et al*., 2015).

اخیرا استفاده از ترکیبات سالم برای انسان و محیط‌زیست جهت بهبود کیفیت و عمر پس از برداشت محصولات، بیشتر مورد توجه محققین قرار گرفته است. در سال‌های اخیر توجه به ژل آلوئه‌ورا به عنوان لایه پوششی میوه و سبزیجات برای حفظ کیفیت انبارداری آن ها مطرح شده است و چون فاقد بو و طعم می‌باشد و همچنین خوردن آن برای انسان مشکلی به وجود نمی‌آورد و حتی برای سلامتی مفید نیز می‌باشد به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای افزایش عمر نگهداری میوه ها مطرح است (Martínez-Romero *et al*., 2006). در پژوهش های مختلف خواص ممانعتی آلوئه‌ورا در برابر انتقال رطوبت و گازها، همچنین عملکرد ضدمیکروبی آن (Martínez-Romero *et al*., 2006; Radi *et al*., 2017) گزارش شده است. استفاده از ژل آلوئه‌ورا به عنوان یک پوشش خوراکی به دلیل ایمنی‌زیستی و افزایش عمر انباری، تأخیر در پیری، جلوگیری از کاهش رطوبت و کنترل سرعت تنفس در محصولات مختلف نظیر انگور، سیب، گیلاس و پاپایا گزارش شده است (Martínez-Romero Marpudi *et al*., 2011; *et al*., 2006; Misir *et al*., 2014; Yaman and Bayoindirli, 2002). ژل آلوئه‌ورا از طریق جلوگیری از کاهش وزن، حفظ سفتی بافت و مواد جامد محلول، عمر پس از برداشت میوه انبه را افزایش داده است (Sophia *et al*., 2015).

همچنین با توجه به نقش آرژنین به عنوان پیش ماده تولید بسیاری از مولکول‌های سیگنالینگ مانند نیتریک اکسید، پلی آمین‌ها (پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین)، گلوتامات، اسید آمینوبوتریک و پرولین، نقش مثبتی در بهبود کیفیت انباری برخی محصولات باغبانی داشته است. امروزه L-آرژنین به‌عنوان افزودنی غذایی بی‌خطر برای استفاده انسان به‌رسمیت شناخته شده است (Shu *et al*., 2020). در تحقیقی (Wills *et al*., 2016) اظهار داشتند که آرژنین به‌طور مؤثر مانع از قهوه‌ای شدن کاهو و سیب تازه بریده شده شد و هیچ گونه اثر منفی بر طعم آن نداشت. در پژوهشی (Hossinimolla *et al*., 2022) نشان دادند که کاربرد ال-آرژنین نقش موثری در حفظ فنل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار در مدت انبار و همچنین کاهش فعالیت آنزیم پلی فنل‌اکسیداز در میوه‌های تیمار شده داشت.

کیفیت ظاهری میوه پیارم از نظر رنگ و میزان رطوبت میوه از اهمیت تجاری بالایی برخوردار است. استفاده از پوشش‌های خوراکی و ترکیبات طبیعی در حفظ خصوصیات تغذیه‌ای و ارگانولپتیک محصول بسیار مهم است. بنابراین انتظار می‌رود تا با استفاده از پوشش خوراکی آلوئه‌ورا و ال-آرژنین روی سطح محصول، کیفیت محصول حفظ و میزان آب از دست‌دهی و خشکیدگی پوست میوه کاهش یابد از طرفی شفافیت رنگ میوه نیز حفظ شود.

با توجه به اهمیت تجاری و تحقیقات اندک بر روی رقم پیارم، لازم است پژوهش‌هایی به منظور بررسی اثر ترکیبات و پوشش‌های خوراکی بر حفظ کیفیت خرما در مدت انبارمانی انجام شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور (تیمار و زمان) فاکتور اول شامل هفت تیمار متشکل از شاهد (بدون تیمار)، سه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد آلوئه‌ورا و سه غلظت ۱، ۲ و ۵ میلی‌مولار ال-آرژنین و فاکتور دوم شامل زمان‌های مختلف نگهداری (طی ۹ ماه) انجام شد. ارزیابی نمونه‌ها هر ماه انجام شد. برای تهیه ژل آلوئه ورا، پس از شستن برگ‌ها، با برش طولی برگ ژل‌ها جداسازی شد و با مخلوط‌کن مولینکس ساخت ژاپن میکس شد و در یخچال نگهداری شد. برای تهیه درصدهای مورد نظر ژل آلوئه‌ورا (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) به‌ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌لیتر ژل آلوئه‌ورا را در بشر ریخته و به حجم ۱۰۰ رسانده شد (Hajebi Seyed *et al*., 2021).

میوه‌ها از باغی در روستای تزرج از توابع شهرستان حاجی‌آباد استان هرمزگان از درختان ۱۵ ساله در اواسط مهرماه در مرحله خرما (تمار) برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. ابتدا میوه‌ها شسته شده و پس ازخشک شدن، پوشش ال-آرژنین را در سه غلظت ۱، ۲ و ۵ میلی‌مولار و پوشش خوراکی آلوئه‌ورا نیز درسه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۷۵

درصد تهیه و روی میوه خرما اسپری شد. خرماهای تیمارشده با استفاده از پنکه دستی خشک گردید و در ظروف یکبار مصرف دربدار در یخچال آزمایشگاهی R100 laboratory Refrigerator, (FaraaTech) در دمای ۱ ± ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۶۵ درصد طی مدت ۹ ماه نگهداری شد. هر تیمار شامل سه تکرار و هر تکرار شامل ۲۰ عدد میوه بود.

کاهش وزن میوه با اندازه‌گیری وزن بسته در زمان شروع آزمایش (وزن اولیه) و وزن همان بسته پس از اعمال تیمارها (وزن ثانویه) در هر مرحله توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه شد.

درصد کاهش وزن از فرمول زیر محاسبه گردید:

رابطه (۱) ۱۰۰×(وزن اولیه/ (وزن ثانویه - وزن اولیه) = درصد کاهش وزن

برای تهیه عصاره متانولی یک گرم از گوشت میوه وزن و با ۷ میلی‌لیتر متانول در هاون چینی ساییده و بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در یخچال، به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ گردید. از رو شناور این عصاره برای آزمایشات فنول، فلاونویید و آنتی‌اکسیدان استفاده شد.

برای اندازه‌گیری محتوای فنول کل از معرف فولین سیوکالتو استفاده گردید. ۳۰۰ میکرولیتر عصاره، ۱۵۰۰ میکرولیترمعرف فولین (۱ به۱۰) بعد از ۵ دقیقه ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد و۹۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد بعد از ۹۰ دقیقه جذب در طول موج ۷۵۰ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (سسیل ۲۵۰۱، ساخت انگلستان) قرائت گردید (Waterhouse, 2002). مقادیر ترکیبات بر اساس اسیدگالیک و بر حسب میلی‌گرم در هر گرم عصاره اندازه‌گیری و منحنی استاندارد با استفاده از استاندارد اسیدگالیک آماده شد.

میزان فلاونوئید میوه از روش (Chang *et al.*, 1995) با کمی تغییر براساس رنگ‌سنجی کلریدآلومینیوم تعیین شد. برای این پروتکل میزان ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره میوه، ۵ /۱ میلی‌لیتر متانول ۰/۸۵، ۰/۱ میلی‌لیتر کلریدآلومینیوم ۱۰ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر استات سدیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر با سمپلر برداشته و در لوله آزمایشی ریخته شد. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط نگهداری و پس از جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت گردید. برای رسم منحنی استاندارد از کوئرستین استفاده شد و نتایج حاصل بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در هر گرم عصاره بیان شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها، از طریق خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد ۲ و ۲ دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) تعیین شد (Brand-William *et al.*, 1995). برای تهیه محلول DPPH، ۰/۰۰۲۴ گرم از DPPH با متانول ۸۵ درصد به حجم ۱۰۰ رسانده شد. برای اندازه گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۵۰ میکرولیتر از روشناور عصاره را با ۹۵۰ میکرولیتر محلول (DPPH) با ورتکس همگن کرده و بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری در شرایط تاریکی، با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر جذب محلول قرائت گردید. نتایج برحسب درصد بازدارندگی محاسبه گردید.

جهت اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) و اسید قابل تیتراسیون (TA)، ده گرم از گوشت میوه با ۳۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر مخلوط گردید، بعد از نگهداری به مدت ۲۴ ساعت، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد (Mortazavi, 2006).

جهت اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل (TSS) از دستگاه رفرکتوفتومتر مدل (ATCIE-ATAGO ساخت ژاپن) استفاده شد و میزان مواد جامد محلول برحسب درجه بریکس قرائت گردید.

جهت اندازه‌گیری میزان اسیدیته میوه (TA) ۱۰ میلی‌لیتر از روشناور با دو قطره فنل‌فتالئین و با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۲ تیتراسیون انجام شد و میزان سود مصرفی ثبت گردید. اسیدیته با استفاده از فرمول ۲ محاسبه و بر حسب درصد بیان شد (Mostofi and Najafi, 2008).

رابطه (۲)

(۱۰۰×حجم عصاره تیتر شده)/(وزن اکی والان ×نرمالیته سود×میزان سود مصرفی) = میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (۰/۰)

وزن اکی والان اسید مالیک = ۰/۰۶۷

اسید قابل تیتر به صورت اسید غالب میوه بیان می‌شود که در خرما اسید غالب اسید مالیک می‌باشد.

اندازه‌گیری رنگ ظاهری میوه با استفاده از رنگ سنج مینولتا مدل CR -۴۰۰ بررسی شد. قرائت‌ها از چند نقطه در روی میوه انجام شد و شاخص‌های L^* (سفید-سیاه) بیانگر روشنایی و شفافیت میوه، a^* (قرمز-سبز) و b^* (زرد-آبی) اندازه‌گیری شد (Pek *et al.*, 2010).

در پایان آزمایش داده‌های بدست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

نتایج

تجزیه واریانس

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، زمان انبارمانی بر همه صفات اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت. تیمارها بر صفات شاخص رنگ a^* و b^* و درصد کاهش وزن در سطح ۱ درصد و بر صفات فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشتند اما بر صفات TSS و اسید قابل تیتر اثر معنی‌داری مشاهده نشد. در همه صفات مورد بررسی، به جز شاخص‌های رنگ و درصد کاهش وزن، اثر متقابل معنی‌دار بین تیمار و زمان وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ژل آلوئه‌ورا و ال‌آرژنین بر صفات کمی و کیفی خرمای پیارم در طول انبارمانی

Table 1- ANOVA for the effect of *Aloe vera* gel and L-arginine on quantitative and qualitative traits of Piarom dates during storage

صفات Characteristics	منابع تغییر S.O.V زمان Time D.F=8	تیمار Treatment D.F=6	زمان × تیمار Time× Treatment D.F=48	خطا Error D.F=126	ضریب تغییرات C.V%
درصد کاهش وزن Weight loss percentage	37.36**	5.24**	0.22 ns	0.37	21
فنول Phenol	5812**	29.9*	21.1**	11.5	9.1
فلاونوئید Flavonoids	178.8**	7.6*	4.3**	2.8	15.9
آنتی‌اکسیدان Antioxidants	2407.7**	23.3*	15.1*	9.7	3.7
TSS	43.4**	3.4ns	2.8**	1.6	9.8
اسید قابل تیتر Titulable acid	0.0188**	0.0002 ns	0.0004*	0.0003	18.6
L*	258.0**	9.3ns	5.8 ns	7.8	13.8
a*	3.61**	6.73**	0.81 ns	0.083	16.5
b*	4.15**	5.52**	0.61 ns	0.93	20.5

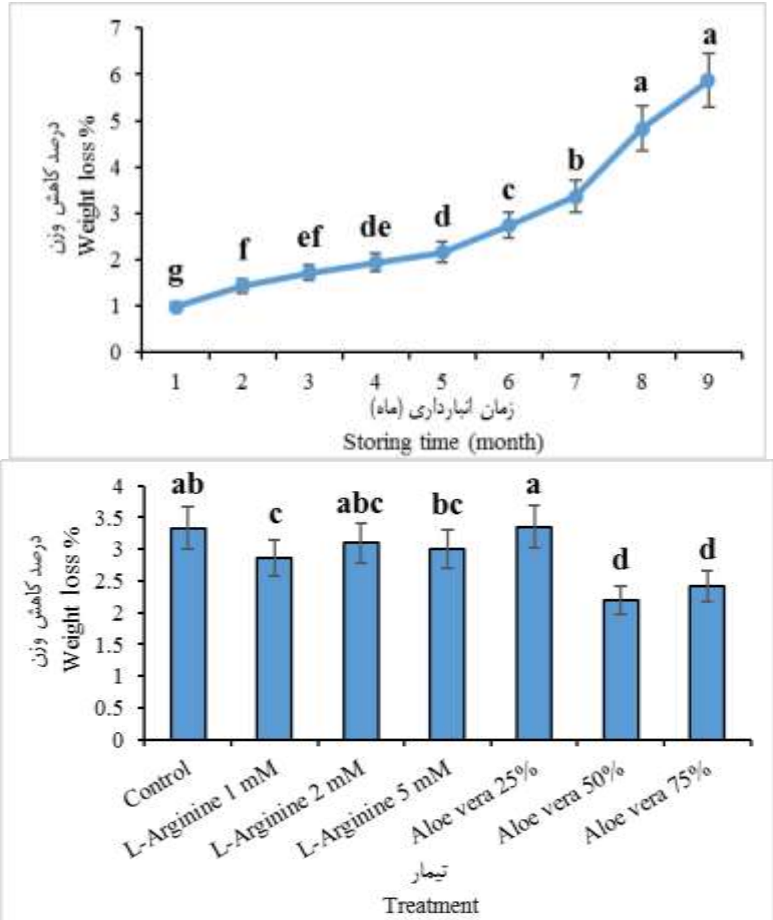
ns، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and *: non-significant, significant at *p≤0.01* and *p≤0.05*, respectively.

درصد کاهش وزن

مقایسه میانگین اثر زمان بر درصد کاهش وزن خرمای پیارم نشان داد که با گذشت زمان تا ماه نهم وزن میوه به طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد کاهش وزن در ماه نهم انبارمانی (۴/۹۲) و کم‌ترین آن در ماه اول (۱/۳۵) مشاهده شد (شکل ۱-الف). مقایسه میانگین اثر تیمار بر درصد کاهش وزن نشان داد که بیشترین درصد کاهش وزن در تیمار ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد (۶/۳۹) مشاهده شد؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد و تیمار ال-آرژنین ۲ میلی‌مولار نداشت. با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا درصد کاهش وزن کاهش معنی‌داری یافت؛ به‌طوری که کم‌ترین میزان آن به‌ترتیب در غلظت‌های ۵۰ و ۷۵ درصد (۲/۲۰ و ۲/۴۱) مشاهده شد (شکل ۱-ب).

براساس نتایج این تحقیق، درصد کاهش وزن در رقم پیارم با افزایش زمان نگهداری افزایش معنی‌داری یافت. کاهش وزن میوه عمدتاً به‌دلیل از دست دادن آب از طریق تنفس، تعرق و اختلاف فشار بخار آب بین میوه تازه و هوای محیط اطراف آن می‌باشد (Radi *et al.*, 2017). نتایج این تحقیق با تحقیقات پیشین مطابقت دارد، به‌طوری‌که افزایش درصد کاهش وزن در خرمای رقم برحی با افزایش دوره نگهداری مشاهده شد (Abd-Elwahab *et al.*, 2019). کنترل کاهش وزن میوه‌ها و سبزی‌های تازه یکی از مهم‌ترین اهداف پوشش‌دهی است. براساس نتایج این پژوهش، استفاده از تیمارهای پوششی توانست درصد کاهش وزن در خرما را کاهش معنی‌داری دهد؛ به‌طوری‌که کم‌ترین درصد کاهش وزن در تیمار ژل آلوئه‌ورا ۵۰ و ۷۵ درصد مشاهده شد. اثر ژل آلوئه‌ورا ممکن است به دلیل خاصیت هیدروسکوپی باشد که باعث ایجاد مانع در انتشار گازها و بخار آب بین میوه و محیط می‌شود (Abd-Elwahab *et al.*, 2019). همچنین درصد کاهش وزن کمتر در پوشش آلوئه‌ورا به علت ایجاد شبکه متراکم ژل آلوئه‌ورا در سطح محصول است که از انتقال رطوبت جلوگیری می‌کند (Martínez-Romero *et al.*, 2006). نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعات پیشین مطابقت داشت، به‌طوری‌که پوشش‌دهی خرمای مضافتی با پوشش‌های آلوئه‌ورای حاوی سالیسیلیک‌اسید و چای سبز (Hosseini *et al.*, 2019) و پلی ساکاریدی (نشاسته و پکتین) (Ayoubi, 2017) نیز سبب کاهش معنی‌دار درصد کاهش وزن در مقایسه با نمونه شاهد شد. کاهش وزن یک پارامتر مهم است زیرا در حال تبدیل به یک کاهش اقتصادی واقعی است. از آنجا که تیمار با آرژنین با کاهش سرعت تنفس، پیری را به تأخیر می‌اندازد و نفوذپذیری سلولی را بهبود می‌بخشد بنابراین کاهش وزن به‌طور قابل توجهی مهار می‌شود. مشاهدات مشابهی برای خرما نیز گزارش شده است (Sghaier *et al.*, 2009).



شکل ۱- اثر زمان نگهداری (الف) و تیمار (ب) بر درصد کاهش وزن خرمای 'پیارم'

Figure 1- The effect of storage time (a) and treatment (b) on the percentage of weight loss of date palm 'Piarom' (LSD, $p\leq 0.05$).

فنول

مقایسه میانگین فنول خرمای پیارم تحت تاثیر اثرمتقابل زمـان و تیمار نشان داد که بیشترین میزان فنـول در تیمـار ال-آرژنـین ۱ و ۵ میلی‌مولار در زمان اول به‌ترتیب (۶۹/۵ و ۶۷ میلی‌گرم گالیک‌اسید در گرم وزن تازه) مشاهده شد هر چند تفاوت معنـی‌داری بـا غلظـت ۵۰ درصد آلوئه‌ورا در همین زمان نشان نداد (جدول ۲). مقایسـه میـانگین فنول خرمای پیارم تحت تاثیر تیمارها در هر زمـان نشـان داد کـه در مجموع میزان فنول در همه تیمارها از ماه سوم انبارمانی به بعد نسبت به ماه اول، کاهش معنـی‌داری نشـان داد. در مجمـوع در زمـان‌هـای ششم، هفتم، هشتم و نهم تفاوت معنـی‌داری بـین تیمارهـا مشـاهده نشد. در زمان‌های اول، دوم و پـنجم تیمارهـا (بـه‌جـز ۷۵ درصـد ژل آلوئه‌ورا) با شاهد تفاوتی نداشتند (جدول ۲).

براساس نتایج این تحقیق، میـزان فنـول در رقـم پیـارم بـه‌طـور معنی‌داری تحت تأثیر نوع پوشش و زمان نگهداری قرار گرفت. میزان فنول، با افزایش زمان نگهداری کـاهش معنـی‌داری یافـت. در طـول مدت نگهداری، کاهش سطح کل فنل‌ها ممکن است به دلیل تجزیـه ساختار سلولی در مرحله پیری باشد (Ghasemzade *et al.*, 2008).

فرض بر این بود که تأثیر تیمارهای آلوئه‌ورا و ال‌آرژنین بر حفـظ کـل فنل را می‌توان به تاخیر در روند پیری نسبت داد. فعالیت بـالای پلـی فنول پراکسیداز می‌تواند در اکسیداسـیون ترکیبـات فنلـی و تشـکیل رنگدانه‌های قهـوه‌ای تیـره دخیـل باشـد (Mortaza *et al*., 2015). بدیهی است که کلیه تیمارهای پس از برداشت کمترین کاهش فنل‌ها را در مقایسه با میوه‌های شاهد داشتند. علاوه بر این، تیمارهـای پـس از برداشت به ویژه آلوئه‌ورا تلفات کل فنول‌ها را کاهش مـی‌دهـد کـه ممکن است به دلیل تأخیر در اکسیداسیون مواد فنلی از طریق فعالیت پلی فنول اکسیداز (PPO) باشد (Yamaguchi *et al*., 2003)، این را می‌توان به این توانایی نسبت داد که مـواد فنلـی اسـترس اکسـیداتیو (رسیدن) را کاهش می‌دهد؛ زیرا کل فنول‌های موجـود در میـوه‌هـای خرما نقـش مهمـی در فعالیـت‌هـای آنتـی‌اکسـیدانی ایفـا مـی‌کننـد (Kosanic *et al*., 2011) و سپس منجر بـه بهبـود عمـر نگهـداری میوه‌های خرما می‌شود. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط محققین (Marpudi *et al*., 2011; Abd-Elwahab *et al*., 2019; Martínez-Romero *et al*., 2006) مطابقت دارد.

جدول ۲- تغییرات فنول (میلی‌گرم در گرم وزن تر) در میوه خرمای 'پیارم' تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Table 2- The phenol of date palm 'Piarom' under the influence of treatments

زمان Time (month)	شاهد Control	ال-آرژنین L-Argenine (mM)			آلوئه‌ورا *Aloe vera* (%)		
		1	2	5	25	50	75
1	$^{a}59.3^{BC}$	$^{a}69.5^{A}$	$^{a}57.6^{C}$	$^{a}67.0^{A}$	$^{a}59.3^{BC}$	$^{a}64.3^{AB}$	$^{a}58.7^{BC}$
2	$^{a}55.8^{BC}$	$^{b}60.3^{AB}$	$^{a}59.2^{AB}$	$^{b}55.5^{A}$	$^{a}55.3^{BC}$	$^{b}52.1^{C}$	$^{a}61.4^{A}$
3	$^{b}43.3^{BC}$	$^{cd}42.4^{C}$	$^{b}48.5^{AB}$	$^{e}43.2^{A}$	$^{b}42.5^{C}$	$^{c}45.7^{ABC}$	$^{b}49.6^{A}$
4	$^{b}43.0^{BC}$	$^{c}44.4^{A}$	$^{b}47.9^{B}$	$^{c}44.4^{BC}$	$^{b}41.1^{C}$	$^{b}53.5^{A}$	$^{bc}47.0^{B}$
5	$^{b}36.6^{B}$	$^{d}38.3^{A}$	$^{c}41.1^{AB}$	$^{c}41.4^{AB}$	$^{b}39.9^{AB}$	$^{c}42.8^{A}$	$^{c}43.5^{A}$
6	$^{d}24.9^{A}$	$^{e}24.9^{A}$	$^{d}24.9^{A}$	$^{d}25.5^{A}$	$^{c}23.6^{A}$	$^{d}24.5^{A}$	$^{d}25.0^{A}$
7	$^{de}22.3^{A}$	$^{de}22.2^{A}$	$^{d}23.1^{A}$	$^{de}23.4^{A}$	$^{cd}21.8^{A}$	$^{e}22.1^{A}$	$^{de}21.3^{A}$
8	$^{de}19.8^{A}$	$^{ef}19.7^{A}$	$^{de}19.8^{A}$	$^{e}18.0^{A}$	$^{d}17.4^{A}$	$^{e}18.4^{A}$	$^{e}19.4^{BC}$
9	$^{e}19.2^{A}$	$^{f}18.5^{A}$	$^{e}18.7^{A}$	$^{e}19.2^{A}$	$^{cd}19.5^{A}$	$^{e}18.7^{A}$	$^{e}18.6^{A}$

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی (مقایسه تیمارها در هر زمان) و حروف کوچک برای مقایسه ستونی (مقایسه زمان‌ها در هر تیمار) به کار رفته است.

Means that have at least one letter in common do not differ significantly at the 5% level of the LSD test. Uppercase letters are used to compare rows (compare treatments at any time) and lowercase letters are used to compare columns (compare times per treatment).

فلاونوئید

مقایسه میانگین فلاونوئید خرمای پیارم تحت تاثیر اثرمتقابل زمان و تیمار نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید در تیمار آلوئه‌ورا ۲۵٪ و ال‌آرژنین ۱ میلی‌مولار در زمان اول (۱۸/۳۲ میلی‌گرم کوئرسین در گرم وزن تر) مشاهده شد هر چند تفاوت معنی‌داری با غلظت‌های ۲ و ۵ میلی‌مولار ال-آرژنین در همین زمان نشان نداد (جدول ۳). مقایسه میانگین فلاونوئید خرمای پیارم تحت تاثیر تیمارها در هر زمان نشان داد که در مجموع میزان فلاونوئید در همه تیمارها از ماه هفتم تا نهم انبارمانی نسبت به ماه اول، کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳).

براساس نتایج این تحقیق، میزان فلاونوئید به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع پوشش و زمان نگهداری قرار گرفت. میزان فلاونوئید، با افزایش زمان نگهداری کاهش معنی‌داری یافت. فلاونوئیدها از پاداکسنده‌ها و متابولیت‌های ثانویه مهم گیاهی هستند که نقش مهمی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند (Hassanpour, 2015). کاهش میزان فلاونوئیدها کل در مدت نگهداری نشانه افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در پاسخ به تنش های فیزیولوژیکی ضمن رسیدن و پیری است. فلاونوئیدها ممکن است توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن، اکسید شده و تخریب شوند (Rodrigues *et al.*, 2010). بیش‌ترین میزان فلاونوئید (۱۸/۳۲ میلی‌گرم کوئرسین در گرم وزن تر) در تیمار ال‌آرژنین ۱ میلی‌مولار در زمان اول نگهداری مشاهده شد. به‌طور کلی استفاده از تیمارها توانست میزان فلاونوئید را نسبت به شاهد مخصوصاً در زمان‌های اول و دوم و همچنین نهم افزایش دهد. نتایج این تحقیق با (Rehman *et al.*, 2020) روی میوه گواوا مطابقت دارد. آنان گزارش کردند که محتوای کل فلاونوئیدها در طول انبارمانی در میوه‌های شاهد کاهش یافت. این کاهش فلاونوئیدها با تیمار با ژل آلوئه‌ورا به صورت وابسته به دوز به تاخیر افتاد. میوه‌های تیمارشده با ژل آلوئه‌ورا در مقایسه با نمونه‌های شاهد ۱/۶۵ برابر میزان فلاونوئید بیشتری نشان دادند. در سال ۲۰۱۸، محققان محتوای کل فلاونوئیدها بالاتری را در میوه‌های گواوا پوشیده از عصاره‌های کیتوزان و پوست انار مشاهده کردند (Nair *et al.*, 2018). فلاونوئیدها دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی با اثرات مثبت بر ماندگاری میوه‌ها هستند. فنیل‌آلانین آمونیاک لیاز (PAL) آنزیم اصلی در سنتز فنولیک‌ها و فلاونوئیدها در گیاهان است. گزارش شده است که فعالیت PAL در میوه تمشک تحت پوشش ژل آلوئه‌ورا در طول انبارمانی افزایش یافته است (Hassanpour, 2015).

آنتی‌اکسیدان

مقایسه میانگین آنتی‌اکسیدان خرمای پیارم تحت تاثیر اثر متقابل زمان و تیمار نشان داد که بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان در تیمار ژل‌آلوئه‌ورا ۷۵ درصد در زمان سوم (۹۴/۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین آنتی‌اکسیدان خرمای پیارم تحت تاثیر تیمارها در هر زمان نشان داد که در مجموع میزان آنتی‌اکسیدان در همه تیمارها در ماه نهم انبارمانی نسبت به ماه اول، کاهش معنی‌داری نشان داد. در مجموع در زمان‌های اول، دوم، پنجم، هفتم و هشتم تفاوت معنی-داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۴). نتایج مشابهی نیز توسط محققین دیگر (Abd-Elwahab *et al.*, 2019; Biglari *et al.*, 2008; Marpudi *et al.*, 2011; Martínez-Romero *et al.*, 2006) گزارش گردید.

جدول ۳- تغییرات فلاونوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر) میوه خرما رقم 'پیارم' تحت تاثیر تیمارها در زمان

Table 3- Theflavonoid variation of date palm cv. Piaram under the influence of treatments at time

زمان Time (month)	شاهد Control	ال-آرژنین L-Argenine (mM)			آلوئه‌ورا *Aloe vera* (%)		
		1	2	5	25	50	75
1	$^{ab}12.14^{D}$	$^{a}18.32^{A}$	$^{a}17.88^{AB}$	$^{a}16.82^{AB}$	$^{a}18.32^{A}$	$^{a}13.97^{CD}$	$^{a}15.59^{BC}$
2	$^{e}8.00^{B}$	$^{b}12.53^{A}$	$^{bc}11.14^{A}$	$^{bc}11.36^{A}$	$^{b}10.79^{A}$	$^{bc}10.57^{AB}$	$^{bcd}9.91^{AB}$
3	$^{de}9.00^{A}$	$^{bc}10.23^{A}$	$^{cde}10.76^{A}$	$^{cde}9.49^{A}$	$^{b}10.21^{A}$	$^{bcd}9.47^{A}$	$^{bc}11.36^{A}$
4	$^{a}13.67^{A}$	$^{b}12.77^{A}$	$^{b}12.70^{A}$	$^{b}12.56^{A}$	$^{b}12.09^{A}$	$^{a}14.43^{A}$	$^{b}12.57^{A}$
5	$^{abc}11.77^{AB}$	$^{bc}11.27^{AB}$	$^{bc}11.30^{AB}$	$^{b}12.40^{A}$	$^{b}10.37^{AB}$	$^{cd}9.13^{B}$	$^{bcd}10.07^{AB}$
6	$^{bcd}10.97^{AB}$	$^{cde}9.20^{B}$	$^{bc}11.39^{AB}$	$^{bcd}10.02^{AB}$	$^{b}10.63^{AB}$	$^{ab}11.99^{A}$	$^{cde}9.76^{AB}$
7	$^{cde}9.09^{AB}$	$^{cd}9.50^{AB}$	$^{cde}9.93^{A}$	$^{def}8.14^{AB}$	$^{c}6.97^{B}$	$^{cd}8.17^{AB}$	$^{de}8.38^{AB}$
8	$^{e}7.61^{A}$	$^{de}7.47^{A}$	$^{de}8.26^{A}$	$^{ef}7.27^{A}$	$^{c}6.70^{A}$	$^{d}6.85^{A}$	$^{de}7.94^{A}$
9	$^{f}4.03^{B}$	$^{e}6.76^{A}$	$^{e}7.85^{A}$	$^{f}5.72^{B}$	$^{c}6.00^{AB}$	$^{d}7.27^{A}$	$^{e}7.12^{A}$

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی (مقایسه تیمارها در هر زمان) و حروف کوچک برای مقایسه ستونی (مقایسه زمان‌ها در هر تیمار) به کار رفته است.

Means that have at least one letter in common do not differ significantly at the 5% of probability level based on LSD test. Uppercase letters are used to compare rows (compare treatments at the time) and lowercase letters are used to compare columns (compare times per treatment).

جدول ٤- محتوی آنتی‌اکسیدان (درصد) خرمای پیارم تحت تاثیر تیمارها در زمان

Table 4- The antioxidant contents of Pyaram dates under the influence of treatments in time

زمان Time (Months)	شاهد Control	ال-آرژنین L-Argenine (mM)			آلوئه‌ورا *Aloe vera* (%)		
		1	2	5	25	50	75
1	$^{ab}86.1^{D}$	$^{a}82.5^{A}$	$^{b}83.9^{A}$	$^{ab}86.2^{A}$	$^{cd}82.8^{A}$	$^{c}82.8^{A}$	$^{bc}87.2^{A}$
2	$^{e}85.5^{B}$	$^{b}89.6^{A}$	$^{ab}88.5^{A}$	$^{ab}87.8^{A}$	$^{a}90.79^{A}$	$^{ab}89.2^{A}$	$^{bc}87.7^{A}$
3	$^{de}88.7^{A}$	$^{bc}88.9^{A}$	$^{a}92.1^{ABC}$	$^{a}90.5^{A}$	$^{ab}88.6^{C}$	$^{ad}93.9^{AB}$	$^{a}94.1^{A}$
4	$^{a}91.2^{A}$	$^{b}91.0^{A}$	$^{a}91.1^{A}$	$^{ab}87.9^{A}$	$^{d}79.4^{B}$	$^{ab}90.7^{A}$	$^{ab}90.9^{A}$
5	$^{abc}85.9^{AB}$	$^{bc}83.4^{AB}$	$^{b}85.1^{A}$	$^{b}84.4^{A}$	$^{abc}85.5^{A}$	$^{cd}82.2^{B}$	$^{c}85.7^{A}$
6	$^{bcd}89.9^{AB}$	$^{cde}87.5^{B}$	$^{ab}87.5^{A}$	$^{b}85.0^{AB}$	$^{abc}85.3^{AB}$	$^{bc}86.1^{A}$	$^{bc}88.9^{A}$
7	$^{cde}85.8^{A}$	$^{cd}87.3^{A}$	$^{ab}87.\ 3^{A}$	$^{ab}87.\ 0^{A}$	$^{cde}83.\ 6^{A}$	$^{cde}86.\ 1^{A}$	$^{cde}86.\ 2^{A}$
8	$^{e}84.8^{A}$	$^{d}83.4^{A}$	$^{b}85.1^{A}$	$^{b}85.7^{A}$	$^{abc}85.5^{A}$	$^{c}82.2^{A}$	$^{c}85.7^{A}$
9	$^{d}50.9^{B}$	$^{c}57.5^{A}$	$^{c}54.8^{AB}$	$^{c}56.7^{A}$	$^{e}56.2^{A}$	$^{d}54.7^{AB}$	$^{d}57.0^{A}$

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی (مقایسه تیمارها در هر زمان) و حروف کوچک برای مقایسه ستونی (مقایسه زمان‌ها در هر تیمار) به کار رفته است.

Means that have at least one letter in common do not differ significantly at the 5% of probability level based on LSD test. Uppercase letters are used to compare rows (compare treatments at any time) and lowercase letters are used to compare columns (compare times per treatment).

TSS

مقایسه میانگین TSS خرمای پیارم تحت تاثیر اثرمتقابل زمان و تیمار نشان داد که بیشترین میزان TSS در تیمار شاهد در زمان نهم (۶۵/۷ درصد) مشاهده شد هر چند تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارها در همین زمان نشان نداد. مقایسه میانگین TSS خرمای پیارم تحت تاثیر تیمارها در هر زمان نشان داد که در مجموع میزان TSS در همه تیمارها در ماه نهم انبارمانی نسبت به ماه اول، افزایش معنی‌داری نشان داد که البته این افزایش در تیمارهای ۲ و ۵ میلی‌مولار ال-آرژنین معنی‌دار نبود. در مجموع در زمان‌های ششم و نهم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. در زمان‌های اول، چهارم و پنجم تیمارها با شاهد تفاوتی نداشتند اما تفاوت جزیی با یکدیگر داشتند (جدول ۵).

براساس نتایج این تحقیق، میزان TSS در رقم پیارم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع پوشش و زمان نگهداری قرار گرفت. میزان TSS، با افزایش زمان نگهداری افزایش معنی‌داری یافت. افزایش TSS در طول مدت نگهداری به‌علت کاهش رطوبت، فعالیت های آنزیمی و میکروبی و تبدیل پلی‌ساکاریدها به قندهای ساده است (Radi *et al.*, 2017). محتوای مواد جامد محلول تحت تأثیر محتوای

قند میوه‌ها می‌باشد. در نتیجه، رشد میکروب‌هایی با توانایی تجزیه ترکیباتی از قبیل نشاسته، سلولز و پکتین همراه با آنزیم‌های طبیعی موجود در محصولات کشاورزی می‌توانند محتوای مواد جامد محلول میوه‌ها را به دلیل تجزیه و افزایش حلالیت ترکیباتی با وزن مولکولی بالا افزایش دهند (Zarbakhsh and Rastegar, 2019). استفاده از ال-آرژنین و پوشش ژل آلوئه‌ورا توانست افزایش قند را به تاخیر اندازد. افزایش کمتر مواد جامد محلول کل در نمونه‌های پوشش داده شده احتمالاً به‌واسطه ایجاد لایه حفاظتی و بازدارندگی رشد میکروبی در سطح خرما است که سبب کاهش افت رطوبت و کاهش تجزیه پلی‌ساکاریدها می‌شود که با نتایج (Hosseini *et al*., 2019) در مورد خرمای برحی و (Gohlani and Bisen, 2012) در مورد سیب پوشش داده شده با آلوئه‌ورا مطابقت داشت.

جدول ۵- میزان TSS (درصد) خرمای پیارم تحت تاثیر تیمارها در زمان

Table 5- The amount of TSS of Pyaram dates under the influence of treatments in time

زمان Time (Months)	شاهد Control	ال-آرژنین L-Argenine (mM)			آلوئه‌ورا *Aloe vera* (%)		
		1	2	5	25	50	75
1	$^{bc}54.7^{AB}$	$^{bcd}48.1^{B}$	$^{ab}56.0^{AB}$	$^{ab}59.3^{A}$	$^{cd}51.6^{AB}$	$^{bc}54.0^{AB}$	$^{b}52.8^{AB}$
2	$^{bc}55.6^{A}$	$^{bc}53.2^{AB}$	$^{ab}55.6^{A}$	$^{ab}50.8^{ABC}$	$^{de}44.4^{C}$	$^{cde}46.9^{BC}$	$^{b}54.8^{AB}$
3	$^{cd}48.8^{A}$	$^{bcd}49.1^{A}$	$^{bc}51.6^{A}$	$^{a}40.3^{B}$	$^{de}45.5^{AB}$	$^{e}39.3^{B}$	$^{d}39.1^{B}$
4	$^{b}57.4^{AB}$	$^{bcd}52.7^{AB}$	$^{ab}55.3^{AB}$	$^{ab}51.9^{B}$	$^{ab}60.4^{A}$	$^{bcd}53.6^{AB}$	$^{b}56.8^{AB}$
5	$^{cdc}48.7^{AB}$	$^{cd}46.0^{AB}$	$^{bc}49.1^{AB}$	$^{b}43.1^{B}$	$^{bc}53.9^{A}$	$^{de}45.5^{B}$	$^{cd}43.6^{B}$
6	$^{bc}54.1^{A}$	$^{a}54.4^{A}$	$^{ab}56.5^{A}$	$^{b}48.9^{A}$	$^{cde}50.0^{A}$	$^{bcd}53.1^{A}$	$^{bc}50.1^{A}$
7	$^{bcd}50.4^{AB}$	$^{d}44.9^{BC}$	$^{c}44.\ 1^{BC}$	$^{ab}41.\ 9^{C}$	$^{e}42.\ 5^{BC}$	$^{abc}56.\ 0^{A}$	$^{bc}49.\ 3^{ABC}$
8	$^{d}45.7^{B}$	$^{cd}83.4^{B}$	$^{bc}50.9^{AB}$	$^{b}46.7^{B}$	$^{b}49.9^{AB}$	$^{ab}57.9^{A}$	$^{bc}85.7^{B}$
9	$^{a}65.7^{A}$	$^{a}62.5^{A}$	$^{a}62.7^{A}$	$^{c}63.9^{A}$	$^{a}65.2^{A}$	$^{a}62.5^{A}$	$^{a}65.3^{A}$

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال۵ درصد با استفاده از آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی (مقایسه تیمارها در هر زمان) و حروف کوچک برای مقایسه ستونی (مقایسه زمان‌ها در هر تیمار) به کار رفته است.

Means that have at least one letter in common do not differ significantly at the 5% of probability level based on the LSD test. Uppercase letters are used to compare rows (compare treatments at any time) and lowercase letters are used to compare columns (compare times per treatment).

اسید قابل‌تیتر

مقایسه میانگین اسید قابل‌تیتر خرمای پیارم تحت تاثیر اثر متقابل زمان و تیمار نشان داد که بیشترین میزان اسید قابل‌تیتر در تیمار ۵۰ درصد ژل آلوئه‌ورا در زمان سوم (۰/۱۴۵) مشاهده شد هر چند تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارها در همین زمان نشان نداد (جدول ۶).

براساس نتایج این تحقیق، میزان اسید قابل تیتر در رقم پیارم به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع پوشش و زمان نگهداری قرار گرفت. میزان اسید قابل‌تیتر، با افزایش زمان نگهداری تا ماه هشتم کاهش معنی‌داری یافت. اسیدهای آلی به هنگام رسیدن میوه به دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل شدن به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن‌ها ارتباط مستقیمی با فعالیت‌های متابولیکی دارد. در واقع اسیدهای آلی به‌عنوان یک اندوخته انرژی برای میوه می‌باشند که در هنگام رسیدن، با افزایش سوخت و ساز مصرف می‌شوند (Zheng *et al*., 2007). در این پژوهش، بیش‌ترین میزان اسید قابل‌تیتر در تیمار ژل آلوئه‌ورا به ترتیب در زمان سوم (۰/۱۴۵) مشاهده شد. به‌طور کلی استفاده از ال-آرژنین در رقم پیارم توانست کاهش اسیدیته را به تاخیر اندازد. براساس گزارش (Valverde *et al*., 2005) انگورهای تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا اسیدهای آلی کل را به طور معنی‌داری نسبت به انگورهای شاهد حفظ کردند. روند از دست دادن بیشتر اسیدهای آلی در میوه‌های شاهد نسبت به میوه‌های پوشش‌دار مرتبط با تنفس بالاتر این میوه‌ها است که منجر به تجزیه اسیدهای آلی می‌شود که این اسیدها به عنوان سوبسترا برای فعالیت‌های آنزیمی تنفس مصرف می‌شوند همچنین حفظ اسیدهای آلی در میوه‌های پوشش‌دار می‌تواند به دلیل نفوذپذیری کم اکسیژن و میزان تنفس کمتر و در نتیجه جلوگیری از اکسیداسیون اسیدهای آلی کمتر باشد (Valverde *et al*., 2005).

شاخص رنگ

مقایسه میانگین اثر زمان بر شاخص رنگ *L نشان داد که با گذشت زمان شاخص رنگ *L افزایش معنی‌داری یافت به‌طوری‌که کم‌ترین شاخص رنگ *L در ماه‌های اول تا سوم انبارمانی (به‌ترتیب ۱۵/۸، ۱۶/۲ و ۱۷/۴) و بیش‌ترین آن در دو ماه آخر یعنی هشتم و نهم (به‌ترتیب ۲۴/۴ و ۲۴/۵) مشاهده شد. نوساناتی نیز در ماهای پنجم تا هفتم مشاهده شد که معنی‌دار نبود (شکل ۲).

جدول ٦- میزان اسید قابل تیتر (درصد اسید مالیک) خرمای پیارم تحت تاثیر تیمارها در زمان

Table 6- The amount of titratable acid of Piaram dates under the influence of treatments in time

زمان Time (months)	شاهد Control	ال-آرژنین L-Argenine (mM)			آلوئه‌ورا *Aloe vera* (%)		
		1	2	5	25	50	75
1	${}^{cde}0.083^{B}$	${}^{bc}0.089^{B}$	${}^{a}0.121^{A}$	${}^{b}0.105^{AB}$	${}^{ab}0.107^{AB}$	${}^{c}0.100^{AB}$	${}^{bc}0.083^{B}$
2	${}^{cde}0.083^{B}$	${}^{bc}0.089^{B}$	${}^{a}0.121^{A}$	${}^{b}0.105^{AB}$	${}^{ab}0.107^{AB}$	${}^{c}0.100^{AB}$	${}^{bc}0.083^{B}$
3	${}^{a}0.136^{A}$	${}^{a}0.138^{A}$	${}^{a}0.127^{A}$	${}^{a}0.132^{A}$	${}^{a}0.121^{AB}$	${}^{a}0.145^{A}$	${}^{ab}0.105^{B}$
4	${}^{f}0.020^{A}$	${}^{d}0.020^{A}$	${}^{d}0.020^{A}$	${}^{d}0.025^{A}$	${}^{d}0.029^{A}$	${}^{e}0.029^{A}$	${}^{d}0.031^{A}$
5	${}^{cde}0.100^{A}$	${}^{bc}0.083^{AB}$	${}^{c}0.072^{BC}$	${}^{c}0.067^{BC}$	${}^{d}0.049^{C}$	${}^{d}0.049^{BC}$	${}^{c}0.07^{BC}$
6	${}^{cde}0.109^{A}$	${}^{b}0.103^{A}$	${}^{bc}0.092^{A}$	${}^{b}0.094^{A}$	${}^{ab}0.105^{A}$	${}^{bc}0.105^{A}$	${}^{a}0.114^{A}$
7	${}^{cde}0.074^{A}$	${}^{c}0.069^{A}$	${}^{c}0.074^{A}$	${}^{c}0.067^{A}$	${}^{c}0.076^{A}$	${}^{d}0.076^{A}$	${}^{c}0.074^{A}$
8	${}^{cde}0.076^{AB}$	${}^{c}0.072^{AB}$	${}^{c}0.067^{AB}$	${}^{c}0.067^{AB}$	${}^{bc}0.094^{A}$	${}^{cd}0.083^{AB}$	${}^{bc}0.087^{AB}$
9	${}^{cde}0.107^{AB}$	${}^{b}0.098^{B}$	${}^{ab}0.103^{B}$	${}^{ab}0.114^{B}$	${}^{ab}0.103^{B}$	${}^{ab}0.130^{A}$	${}^{ab}0.107^{AB}$

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. حروف بزرگ برای مقایسه ردیفی (مقایسه تیمارها در هر زمان) و حروف کوچک برای مقایسه ستونی (مقایسه زمان‌ها در هر تیمار) به کار رفته است.

Means that have at least one letter in common do not differ significantly at the 5% of probability level based on the LSD test. Uppercase letters are used to compare rows (compare treatments at any time) and lowercase letters are used to compare columns (compare times per treatment).

شاخص *L، شاخص تیرگی روشنی است که هر چه بیشتر باشد نشان‌دهنده روشن‌تر بودن و هر چه کمتر باشد نشان‌دهنده تیرگی است. براساس نتایج این تحقیق، شاخص (*L) در خرمای پیارم فقط تحت تأثیر زمان انبارمانی قرار گرفت، به‌طوری‌که با گذشت زمان انبارمانی، افزایش معنی‌داری یافت. با کاهش میزان رطوبت خرما در دوره نگهداری، قابلیت انعکاس نور و درنتیجه رنگ خرما تغییر می‌کند. نتایج این تحقیق با تحقیق (Cheraghi Dehdezi and Hamdami, 2011) روی خرمای رقم کبکاب مطابقت دارد. آنان نیز بیش‌ترین و کم‌ترین میزان این شاخص را در ماه ششم و آغاز دوره نگهداری (زمان صفر) مشاهده کردند. شاخص *a، شاخص قرمزی سبزی است که هر چه بیشتر باشد نشان‌دهنده قرمزی و هر چه کم‌تر باشد نشان دهنده سبزی می‌باشد. براساس نتایج این تحقیق، شاخص قرمزی (*a) و شاخص زردی (*b) در رقم پیارم، با پوشش ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار افزایش معنی‌داری یافت. در پژوهشی (Gorgani *et al.*, 2018) بهبود کیفیت رنگ میوه کیوی را به همراه پوشش خوراکی آلوئه‌ورا مشاهده کردند.

مقایسه میانگین اثر زمان بر شاخص رنگ *a نشان داد که با گذشت زمان تا ماه سوم شاخص رنگ *a کاهش معنی‌داری یافت به طوری‌که کمترین شاخص رنگ *a در ماه سوم انبارمانی (۴/۹۲) و بیشترین آن در دو ماه آخر یعنی هشتم و نهم (به‌ترتیب ۶/۰۰ و ۶/۱۹) مشاهده شد. نوساناتی نیز در ماه‌های چهارم تا هفتم مشاهده شد که تأثیر معنی‌داری نداشت (شکل ۳-الف). مقایسه میانگین اثر تیمار بر شاخص رنگ *a نشان داد که بیشترین شاخص *a در تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار (۶/۳۹) مشاهده شد و با افزایش غلظت ال-آرژنین این شاخص رنگ کاهش یافت و بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۳-ب).

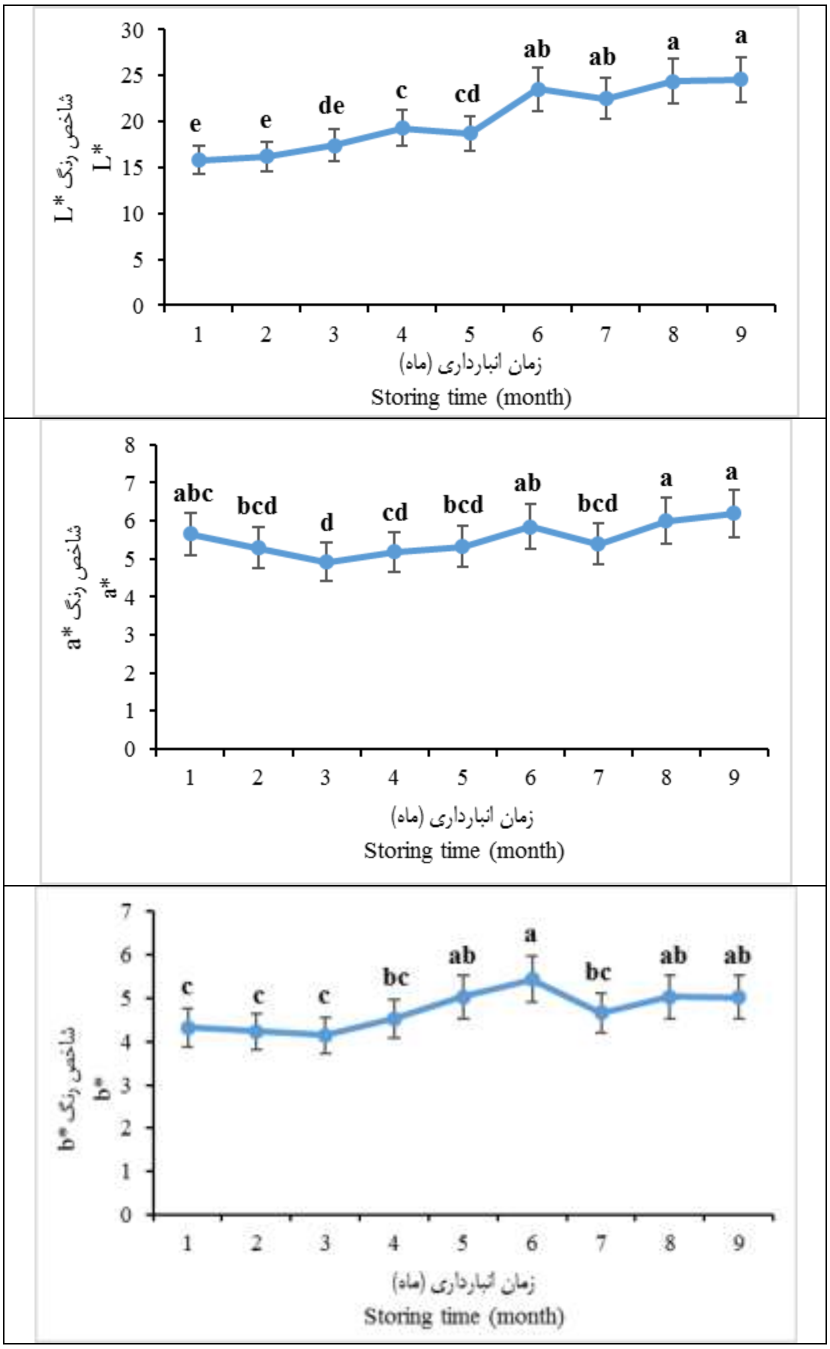
مقایسه میانگین اثر زمان بر شاخص رنگ *b نشان داد که با گذشت زمان تا ماه سوم شاخص رنگ *b تغییر آنچنانی نکرد؛ به طوری‌که کمترین شاخص رنگ *b در ماه‌های اول تا سوم انبارمانی (۴/۳۲، ۴/۲۳ و ۴/۱۴) مشاهده شد و سپس با افزایش زمان تا ماه ششم شاخص رنگ *b افزایش معنی‌داری یافت؛ به‌طوری‌که بیشترین آن در ماه ششم (۵/۴۴) مشاهده شد. نوساناتی نیز در ماهای هفتم تا نهم مشاهده شد که چندان معنی‌دار نبود (شکل ۳).

مقایسه میانگین اثر تیمار بر شاخص رنگ *b نشان داد که بیشترین شاخص *b در تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار (۵/۲۹) مشاهده شد و با افزایش غلظت ال-آرژنین این شاخص رنگ کاهش یافت و بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۳).

نتیجه‌گیری

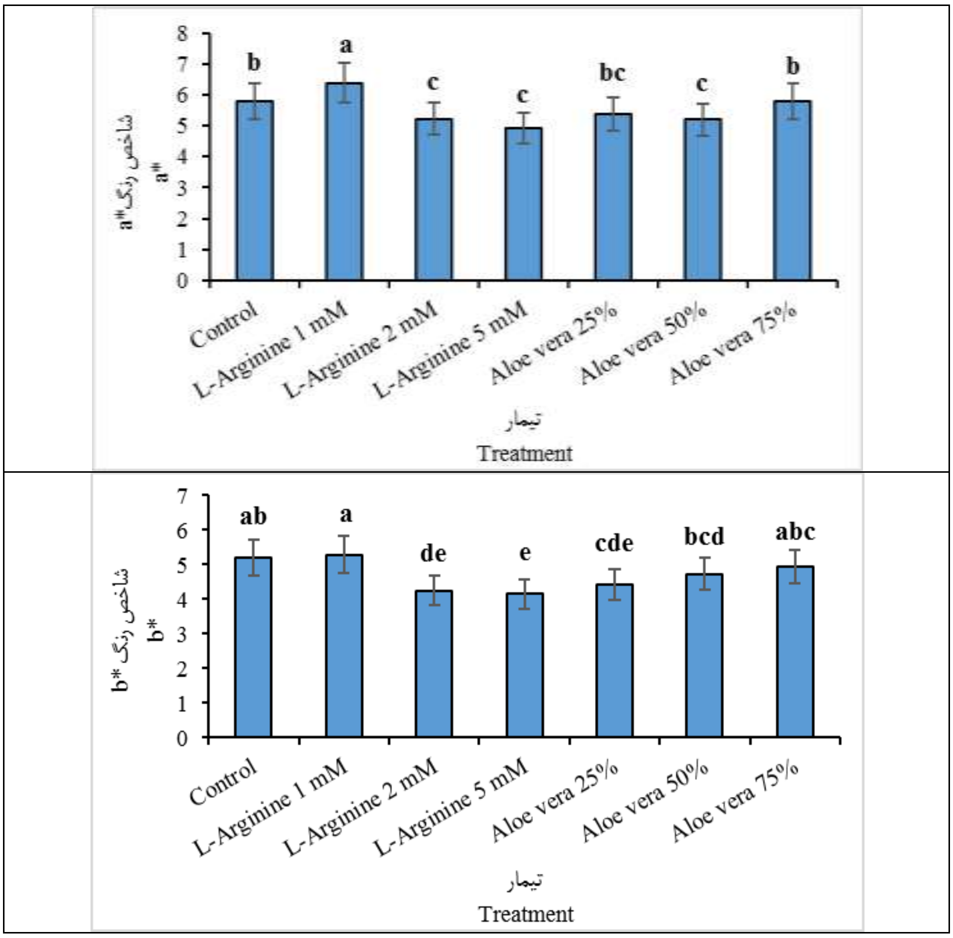
براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت زمان انبارمانی بر همه صفات اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت؛ به‌طوری‌که با گذشت زمان انبارمانی، شاخص رنگ *L، *a و *b، TSS و درصد کاهش وزن افزایش و صفات فنول، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان کاهش معنی‌داری یافتند. تیمارها بر صفات شاخص رنگ *a و *b و درصد کاهش وزن، فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان اثر معنی‌داری داشتند اما بر صفات TSS و اسید قابل تیتر اثر معنی‌داری نداشتند؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان شاخص رنگ *a و *b در تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار و فنول و فلاونوئید در ال-

آرژنین ۲ میلی‌مولار و کم‌ترین میزان درصد کاهش وزن به‌ترتیب در تیمار ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۷۵ درصد مشاهده شد. با توجه به نتایج، بهترین تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا با غلظت ۷۵ درصد در حفظ کیفیت انبارمانی می‌تواند جهت افزایش کیفیت خرمای پیارم در آینده در نظر گرفته شود. گرچه استفاده از این تیمار نیاز به تحقیقات گسترده تر روی خرماهای نرم و خشک نیز دارد.



شکل ۲- اثر زمان نگهداری بر شاخص رنگ، L* b* a*, خرمای پیارم

Figure 2- The effect of storage time on the color index, a *, b * L * of Piarom date palm
(LSD, $p \leq 0.05$).



شکل ۳- مقایسه اثر کاربرد ال-آرژنین و آلوئه ورا بر شاخص رنگ a* و b* خرمای پیارم

Figure 3- The effect of L-Arginine and Aloe vera application on the color index a * and b * of Piarom date palm (LSD, $p\leq 0.05$).

منابع

1. Abd Elwahab, S.M., Abd Allatif, A.M., Farid, M.A., & Soliman, S.M. (2019). Effect of safe post-harvest alternatives on quality and storage life of "barhi" date palm. *Plant Arch*, *19*(2), 3937-3945.
2. Ayoubi, A. (2017). Effect of polysaccharidebased edible coating (starch and pectin) on quality of Mazafati date fruit. *Journal of Food Research*, *26*(4), 667-680.
3. Biglari, F., AlKarkhi, A.F., & Easa, A.M. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chemistry*, *107*(4), 1636-1641. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.033
4. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C.L.W.T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, *28*(1), 25-30. https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5
5. Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., & Chern, J.C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, *10*(3). https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748
6. Cheraghi Dehdezi, S., & Hamdami, N. (2011). Investigation of color and texture changes of dates (Kebkab cultivar) packed under atmospheric pressure or vacuum during storage at different temperatures. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, *42*(2), 231-225.
7. FAO. (2021). Statistical data on date fruit. http://FAOSTAT.org
8. Ghasemnezhad, M., Shiri, M.A., & Sanavi, M. (2010). Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, *8*(1), 25-33.
9. Ghasemzade, G.H., Karbassi, A., & Bahador Ghodousi, H. (2008). Application of edible coating for improvement of quality and shelf life of resins. *World Applied Sciences Journal*, *3*(1), 82-87.

10. Gohlani, S., & Bisen, B.P. (2012). Effect of different coating material on the storage behavior of custard apple (*Annona squamosa* L.). *The Bioscan*, *7*(4), 637-640.
11. Hajebi Seyed, R., Rastegar, S., & Faramarzi, S. (2021). Impact of edible coating derived from a combination of *Aloe vera* gel, chitosan and calcium chloride on maintain the quality of mango fruit at ambient temperature. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *15*, 2932-2942. https://doi.org/10.1007/s11694-021-00861-6
12. Hassanpour, H. (2015). Effect of *Aloe vera* gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit. *LWT-Food Science and Technology*, *60*(1), 495-501. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.049
13. Homayouni, A., Azizi, A., Keshtiban, A.K., Amini, A., & Eslami, A. (2015). Date canning: a new approach for the long time preservation of date. *Journal of Food Science and Technology*, *52,* 1872-1880. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1291-0
14. Hosseini, H.S., Akhavan, H., Balvardi, M., Bagheri, P., & Pakzad-Moghadam, M. (2019). Effect of *Aloe vera* gel coating containing green tea extract and salicylic acid on the shelf life of Mazafati date. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, *16*(88), 47-60.
15. Hosseini Molla, S.M., Rastegar, S., Ghasemiomran, V., & Khademi, O. (2022). The effect of L-arginine on quality, antioxidant activity and the shelf life of pomegranate fruit "Malase Saveh" cultivar. *Journal of Food Science and Technology (Iran), 19*(125), 345-357.
16. Kosanić, M., Ranković, B., & Vukojević, J. (2011). Antioxidant properties of some lichen species. *Journal of Food Science and Technology*, *48*, 584-590. https://doi.org/10.1007/s13197-010-0174-2
17. Gorgani, S., Sedaghat, N., & Hosseini, F. (2018). Effects of edible coating (*Aloe vera* gel) and type of packaging on the quality of Hayward kiwi fruit..
18. Marpudi, S.L., Abirami, L.S.S., & Srividya, N. (2011). Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using *Aloe vera* based antimicrobial coating.
19. Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., & Serrano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: a new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, *39*(1), 93-100. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.09.006
20. Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Valero, D., & Serrano, M. (2013). *Aloe vera* gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biology and Technology*, *86*, 107-112. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.022
21. Misir, J., Brishti, F.H., & Hoque, M.M. (2014). *Aloe vera* gel as a novel edible coating for fresh fruits: A review. *American Journal of Food Science and Technology*, *2*(3), 93-97. https://doi.org/10.12691/ajfst-2-3-3
22. Mortazavi, S.M.H., Azizollahi, F., & Moalemi, N. (2015). Some quality attributes and biochemical properties of nine Iranian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars at different stages of fruit development. https://doi.org/10.22059/ijhst.2015.56433
23. Mortazavi, S.M.H. (2006). *Physicochemical variation in growth and ripening stages and effect of different conditions of packaging on postharvest quality and storage life of date*. Ph.D, University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran.
24. Mostofi Najafi, F. (2008). *Analytical laboratory methods in horticultural sciences*. (Translation) Tehran University Press.
25. Nair, M.S., Saxena, A., & Kaur, C. (2018). Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, *240*, 245-252. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.122
26. Pék, Z., Helyes, L., & Lugasi, A. (2010). Color changes and antioxidant content of vine and postharvest-ripened tomato fruits. *HortScience*, *45*(3), 466-468. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.3.466
27. Radi, M., Firouzi, E., Akhavan, H., & Amiri, S. (2017). Effect of gelatin-based edible coatings incorporated with Aloe vera and black and green tea extracts on the shelf life of fresh-cut oranges. *Journal of Food Quality*, *2017*. https://doi.org/10.1155/2017/9764650
28. Rehman, M.A., Asi, M.R., Hameed, A., & Bourquin, L.D. (2020). Effect of Postharvest application of *Aloe vera* gel on shelf life, activities of anti-oxidative enzymes, and quality of 'Gola'guava fruit. *Foods*, *9*(10), 1361. https://doi.org/10.3390/foods9101361
29. Rodrigues, J., Brayner, F.A., Alves, L.C., Dixit, R., & Barillas-Mury, C. (2010). Hemocyte differentiation mediates innate immune memory in Anopheles gambiae mosquitoes. *Science*, *329*(5997), 1353-1355. https://doi.org/10.1126/science.1190689
30. Sghaier, B., Kriaa, W., Bahloul, M., Novo, J.V.J., & Drira, N. (2009). Effect of ABA, arginine and sucrose on protein content of date palm somatic embryos. *Scientia Horticulturae*, *120*(3), 379-385. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.11.035
31. Shu, P., Min, D., Ai, W., Li, J., Zhou, J., Li, Z., ... & Guo, Y. (2020). L-Arginine treatment attenuates postharvest decay and maintains quality of strawberry fruit by promoting nitric oxide synthase pathway. *Postharvest Biology*

and Technology, *168*, 111253. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111253
32. Sophia, O., Robert, G.M., Ngwela, W.J., & Sophia, O. (2015). Effects of *Aloe vera* gel coatings and storage temperature on quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruits. *Annals of Biological Research*, *6*(5), 1-6.
33. Valverde, J.M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., & Serrano, M. (2005). Novel edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(20), 7807-7813. https://doi.org/10.1021/jf050962v
34. Waterhouse, A.L. (2002). Determination of total phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, *6*(1), I1-1.
35. Yamaguchi, T., Katsuda, M., Oda, Y., Terao, J., Kanazawa, K., Oshima, S., Inakuma,T., Ishiguro, Y., & Matoba, T. (2003). Influence of polyphenol and ascorbate oxidases during cooking process on the radical-scavenging activity of vegetables. *Food Science and Technology Research*, *9*(1), 79-83.
36. Yaman, Ö., & Bayoındırlı, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT-Food Science and Technology*, *35*(2), 146-150. https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0827
37. Zarbakhsh, S., & Rastegar, S. (2019). Influence of postharvest gamma irradiation on the antioxidant system, microbial and shelf life quality of three cultivars of date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Scientia Horticulturae*, *247*, 275-286. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.035
38. Zheng, X., Tian, S., Meng, X., & Li, B. (2007). Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. *Food Chemistry*, *104*(1), 156-162. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.015
39. Wills, R.B.H., & Li, Y. (2016). Use of arginine to inhibit browning on fresh cut apple and lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, *113*, 66-68. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.006